

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОММУНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ УСТАНОВОК НА БАЗЕ ВИЭ

Р. Н. Рахматулин¹, Е. А. Скороплетов²

^{1,2} Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Челябинск, Россия

¹ ibrogim548@gmail.com

Аннотация. Предложено повысить энергоэффективность систем водоснабжения и водоотведения посредством использования гидросилового оборудования, установки теплового насоса и утилизации избыточного ила в биореакторе для выработки биогаза.

Ключевые слова: энергоэффективность, система водоснабжения, система водоотведения, очистные сооружения, теплонасосная установка, гидро-энергия, утилизация ила

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF MUNICIPAL SYSTEMS BY INTRODUCING INSTALLATIONS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

R. N. Rahmatylin¹, E. A. Skoropletov²

^{1,2} South-Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

¹ ibrogim548@gmail.com

Abstract. It is possible to increase the energy efficiency of water supply and sanitation systems by using hydro-power equipment, installing a heat pump, and utilizing excess sludge in a bioreactor to generate biogas.

Keywords: energy efficiency, water supply system, water disposal system, sewage treatment plants, heat pump installation, hydroelectric power, sludge disposal

Повышение энергетической эффективности, рациональное природопользование и внедрение технологий на базе возобновляе-

мых источников энергии (ВИЭ) входят в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в России [1].

Себестоимость коммунальных услуг по водоснабжению и водоотведению для населения и предприятий состоит в значительной мере из затрат на электроэнергию, что остро ставит проблему повышения энергоэффективности в коммунальных системах, в частности, в системах водоснабжения и водоотведения [2].

Система водоснабжения включает в себя станцию водоподготовки, насосное оборудование и разветвленную сеть трубопроводов. Часто в качестве источника водоснабжения используется поверхностный водоем. Получать гидроэнергию в таком случае можно при установке гидросилового оборудования за счет санитарных попусков в нижний бьеф. Мощность установки будет зависеть от расхода воды и разностей уровней верхнего и нижнего бьефов [3; 4].

Разветвленная трубопроводная сеть обладает запасами кинетической энергии, которые особенно значительны в городах с изменяющимся рельефом, например в горной местности. Для случаев накопления излишней кинетической энергии в системах водоснабжения устанавливаются клапаны сброса давления. Использовать эту энергию позволяет установка микротурбин в трубопровод. Такие системы пока не получили распространения на территории России, но испытываются и внедряются за рубежом. Наиболее перспективными для установки в трубопровод считаются ортогональные турбины [5; 6].

Рассчитать напор, создаваемый в трубопроводной сети, можно используя уравнение Бернулли для определения удельной энергии потока e

$$e = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha w^2}{2g};$$

где z — удельная энергия положения (м); ρ — плотность жидкости (кг/м³); g — ускорение свободного падения (м/с²); $\frac{P}{\rho g}$ — удельная потенциальная энергия давления (м); $\alpha = 1,03...1,1$ — коэффициент Кориолиса; w — средняя скорость (м/с).

Очистные станции — комплекс сооружений, обеспечивающих обеззараживание сточных вод, которые впоследствии сбрасываются в есте-

ственный водоем, имеют потенциальные ресурсы как для выработки электрической энергии, так и тепловой.

Использовать гидроэнергетические ресурсы очистных сооружений возможно путем установки гидросилового оборудования на прудах отстойниках, сооружаемых каскадом [7; 8].

Проблемой очистных сооружений является избыточный ил, использование которого в биореакторе позволит вырабатывать биогаз с его использованием в качестве топлива собственной котельной, необходимой для технологических нужд станции [8; 9].

В технологических целях для поддержания жизнеспособности бактерий, а также для ускорения химических реакций при обеззараживании, поддерживают температуру сточной воды 22 °С, которая после прохождения биофильтров остывает в отстойниках [10]. Использовать сбросную тепловую энергию прудов-отстойников возможно путем укладки контура испарителя теплового насоса, конденсатор при этом рационально установить в биофильтры, что позволит снизить затраты на тепловую энергию [11; 12].

При рассмотрении внедрения установок на базе ВИЭ, необходимо учитывать жизненный цикл внедряемых объектов. Для этой цели можно использовать применяемый за рубежом показатель LCoE, который позволяет определять себестоимость вырабатываемой энергии (тепловой или электрической), сравнение которой с величиной тарифа позволит определить перспективность проекта [13].

Список источников

1. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 07.07.2011 № 899 (в ред. Указа Президента РФ от 16.12.2015 № 623). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/33514> (дата обращения: 25.11.2020).

2. Феофанов Ю. А., Адельшин А. Б., Нуруллин Ж. С. Пути экономии энергоресурсов в системах водоснабжения // Изв. КГАСУ. 2012. № 2 (20). С. 153–159.

3. Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А. Использование гидроэнергетического потенциала готовых напорных гидроузлов в энергетических целях. Челябинск : ЮУрГАУ, 2020. 178 с.

4. Гидроэлектростанция : пат. на полезн. модель 100775 Рос. Федерация, МПК Е 02 В 9/00 / О. С. Пташкина-Гирина [и др.]. № 2010128195/21 ; завл. 07.07.2010 ; опубл. 27.12.2010.

5. Гусева О. А., Ендальцев К. О. Использование гидравлической энергии водопроводных систем // Приоритетные направления развития энергетики в АПК : материалы I Всерос. науч.-практ. конф. (28 сент. 2017 г.). Курган: Изд-во Курган. ГСХА, 2017. С. 114–117.

6. Ендальцев К. О., Гусева О. А. Использование гидравлической энергии в системе водоснабжения и водоотведения // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : материалы Международ. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) — Даниловских чтений. Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 728–732.

7. Курильчик С. Ю., Шаталов Н. С., Гусева О. А. Возможность применения малых ГЭС на очистных сооружениях // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика : материалы Международ. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) — Даниловских чтений. Екатеринбург : УрФУ, 2018. С. 683–686.

8. Гусева О. А., Пташкина-Гирина О. С. Повышение энергоэффективности очистных сооружений путем внедрения установок на базе возобновляемых источников энергии // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (Казань, 18–19 марта 2020 г.) : в 2 т. Казань : Казан. гос. энергет. ун-т, 2020. Т. 2. С. 321–327.

9. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / под ред. П. П. Безруких. М. : Энергия, 2007. 272 с.

10. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод. М. : АСВ, 2006. 702 с.

11. Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А., Жарков Е. В. Возможность применения теплонасосных установок для энергообеспечения автономных потребителей Челябинской области // Энергетика и энергосбережение: теория и практика : сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. (Кемерово, 19–21 дек. 2018 г.). Кемерово : КузГТУ, 2018. С. 161.1–161.4.

12. Гусева О. А., Пташкина-Гирина О. С. Утилизация гидравлической и тепловой энергии искусственных водосбросных сооружений // Наука ЮУрГУ : материалы 70-й науч. конф. Челябинск : Юж.-Урал. гос. ун-т, 2018. С. 432–435.

13. Ptashkina-Girina O. S., Nizamutdinova N. S., Guseva O. A. Technical-economic assessment of small hydro-power units [Electronic resource] // Proceedings 2018 International Ural Conference on Green Energy (UralCon), Chelyabinsk, 4–6 Oct. 2018. Chelyabinsk: IEEE Xplore, 2018. P. 101–106. DOI: 10.1109/URALCON.2018.8544277 (date of access: 12.11.2020).